

Дополнительные указания к лабораторной работе 0. Определение плотности тела правильной формы.

Плотность — отношение массы тела к его объему. Масса тела определяется путем взвешивания тела. Объем тела рассчитывается по измеренным линейным размерам тела. Работа простая и основная трудность состоит в правильности процедур измерения и правильной обработке результатов.

Получите у преподавателя тело, плотность которого Вам нужно будет определить экспериментально. Не расстраивайтесь, если тело будет немного кривым. С телом слишком правильной формы не интересно работать, так как все измерения одного линейного размера дают одинаковый результат и нечего усреднять. Получите у лаборанта микрометр и (или) штангенциркуль.

Весов в комнате мало, а студентов много, поэтому первым делом взвесьте исследуемое тело. Если весы свободны, то становитесь к ним и взвешивайте. Если весы заняты, то займите к ним очередь и начните измерения геометрических размеров. Как только подойдет Ваша очередь взвешивать, прервите измерение линейных размеров (и обработайте прерывание).

Сначала, ничего не кладя на чаши весов, поверните влево стопорящую круглую ручку (арретир) впереди вниз в центре весов.

Теперь весы нужно выставить горизонтально. На весах есть отвес — груз (висящий на нити) с острием направленным вниз, который при правильном положении весов должен висеть напротив неподвижного острия, направленного вверх. Две из трех ножек весов (передние ножки) представляют собой винты с мелким шагом резьбы. При повороте любой из этих ножек весы слегка наклоняются. На винтах есть стопорящие гайки для фиксации выбранной длины ножки. Поворотами ножек добейтесь горизонтальности весов.

Следующий шаг — установка нуля. Освободите арретир весов (поверните ручку арретира вправо). После некоторого колебания весы остановятся. При пустых чашах весов стрелка весов, направленная вниз, должна указывать на нулевое деление шкалы. Уравновесить плечи весов с пустыми чашами можно с помощью регулировочных гаек. В верхней части весов горизонтально расположено коромысло весов. Края этого коромысла представляют собой винты с резьбой. На винтах накручены регулировочные гайки. Смещая гайку к краю коромысла, Вы увеличиваете момент сил и как бы утяжеляете соответствующую чашку весов. Если пустые весы не уравновешены, то застопорите весы арретиром и сместите одну из регулировочных гаек в нужном направлении, затем освободите весы арретиром и проверьте результат установки нуля. Процедуру подбора положения гайки придется повторять много раз, но каждый раз нужно сначала застопорить весы, потом изменить положение гайки и снова отпустить арретир и проверить равновесие. Равновесие следует искать методом "вилки". Первым же шагом нужно взять в вилку оптимальное положение регулировочной гайки. Для этого сместите гайку в нужном направлении до края и проверьте равновесие. Если при опущенном арретире опускаться стала другая чаша весов, то оптимальное положение регулировочной гайки находится между ее начальным положением и ее текущим положением. Это и означает взять в вилку. Далее гайку нужно поставить ровно посередине между этими двумя положениями и проверить равновесие. В результате Вы узнаете, что оптимальное положение гайки находится в левой или правой половине отрезка, на который Вы сместили гайку в первый раз. Следовательно, отрезок с оптимальным положением гайки стал вдвое короче. Поставьте гайку посередине нового исследуемого отрезка и снова проверьте равновесие и т.д. На каждом шаге длина отрезка с оптимальным положением гайки будет уменьшаться вдвое. За десять попыток Вы сможете уменьшить его в тысячу раз.

Если регулировки равновесия пустых весов с помощью гаек не хватило, то уравновесьте весы клочком бумаги. Для этого положите небольшой клочок бумаги на более

"легкую" чашу весов. Если чаша стала тяжелее, Вы взяли нужный вес бумажки в вилку. Порвите бумагу пополам. Если половина слишком велика, то еще раз пополам, если мала, то добавьте к ней клочок бумаги, равный ее половине, и т.д.

Уравновешивать вес исследуемого тела нужно разновесками (гирьками). Разновески положено брать пинцетом, а не руками, чтобы грязь с рук не могла изменить вес разновеска. Однако пинцет, если он есть в наборе разновесков, очень неудобен в обращении. Часто бывает, что Вы пинцетом зажимаете гирьку, а она выстреливает из пинцета в плохо предсказуемом направлении. Если у Вас чистые руки, а науку надо делать чистыми руками, то в порядке исключения так и быть берите разновески руками.

Перейдем теперь к процедуре сравнения веса тела и разновесков. Сначала нужно застопорить весы арретиром. Затем если Вы правша, то неизвестное тело кладете на левую чашу весов (в середину чаши), а уравновешивающие его разновески кладите на правую чашу весов. Потом отпускаете арретир, но не полностью, а так чтобы только заметить, в какую сторону коромысло с чашами весов начинает наклоняться. Поняв, в какую сторону нужно будет изменять вес разновесков, снова застопорите весы арретиром, только после этого изменяйте вес разновесков.

Подбор веса разновесков состоит из двух этапов. На первом этапе Вы должны найти гирьку такую, что она легче взвешиваемого тела, но гирька с соседним большим весом тяжелее исследуемого тела. Берем любую гирьку, которая, как Вам кажется, имеет близкий вес к весу тела. Сравниваем вес тела и этой гирьки. Процедура сравнения описана в предыдущем абзаце текста. Если гирька оказалась тяжелее тела, то для следующей попытки берем более легкую гирьку, если легче, то более тяжелую. Итак, мы нашли гирьку, которая легче тела, но самая тяжелая из обладающих этим свойством.

На втором этапе взвешивания нужно подобрать все остальные разновески для уравновешивания тела. Подберем вторую гирьку. Вместе с первой гирькой она должна обладать тем свойством, что вместе они легче тела, но замена второй гирьки на гирьку с соседним большим весом приводит к тому, что суммарный вес двух гирек оказывается больше веса тела. Понятно, что вторая гирька не может быть тяжелее первой, иначе она и была бы первой. Поэтому подбор второй гирьки нужно начинать с наибольшего возможного для этой гирьки веса, не превышающего веса первой гирьки. Если вес двух гирек оказался больше веса тела, то нужно попробовать взять вторую гирьку с соседним меньшим весом. Если все равно больше, то с еще меньшим весом и т.д. Как только Вы достигли условия, что вес двух гирек меньше веса тела, так сразу оказалось, что Вы подобрали вес второй гирьки. Аналогично нужно подбирать вес третьей гирьки, начиная с веса не больше веса второй гирьки и т.д.

В нулевой лабораторной работе Вы должны научиться усреднять результаты измерений, но повторное взвешивание на одних и тех же весах с одними и теми же разновесками не может дать результата, отличающегося от первого взвешивания. Поэтому в качестве второго измерения веса поменяйте местами тело и разновески. При этом Вы заодно проверите насколько равноплечны весы.

Перейдем к измерению линейных размеров тела.

Измерения штангенциркулем. Штангенциркуль имеет неподвижную часть с основной шкалой и подвижную часть с нониусной шкалой. Чтобы одна из частей штангенциркуля стала подвижной, отпустите фиксирующие винты (с черными головками на рис. 1). Основная шкала — это обычная линейка с сантиметровыми и миллиметровыми делениями. Шкала нониуса служит для измерения дробной части миллиметрового деления основной шкалы. Прямо под нониусной шкалой указана цена ее деления 0.1 мм или 0.05 мм, она не совпадает с расстоянием между делениями нониусной шкалы. Расстояние между делениями нониусной шкалы штангенциркуля на цену деления этой шкалы меньше целого числа миллиметров. Поставим подвижную часть штангенциркуля так, чтобы левое (нулевое) деление нониусной шкалы точно совпало с одним из миллиметровых делений основной шкалы. Если теперь

сдвинуть подвижную часть вправо на расстояние равное цене деления нониусной шкалы, то первое деление нониусной шкалы точно совпадет с одним (другим) из миллиметровых делений основной шкалы. Если сдвинуть еще раз на цену деления нониуса, то совпадет второе деление нониусной шкалы и т.д. Совмещение последнего (правого) деления нониусной шкалы происходит одновременно с совмещением нулевого деления нониуса. Таким образом, по тому, какое деление нониусной шкалы точно совпало с одним из делений основной шкалы можно определить дробную часть (в миллиметрах) перемещения подвижной части штангенциркуля относительно неподвижной части. Целая часть этого перемещения определяется по положению нулевого деления нониусной шкалы относительно основной шкалы, так как, если подвижную часть переместить в крайнее левое положение, то нулевое деление нониусной шкалы будет точно совпадать с нулем основной шкалы (проверьте это). Таким образом, можно с высокой точностью измерять перемещение подвижной части штангенциркуля.

Как связать перемещение подвижной части штангенциркуля с линейным размером измеряемого тела? В крайнем левом положении подвижная часть штангенциркуля упирается в неподвижную часть. При перемещении подвижной части между частями штангенциркуля возникает зазор равный перемещению. Раздвинем две части штангенциркуля, поместим в зазор между ними измеряемое тело, сдвинем части штангенциркуля до соприкосновения с измеряемым телом. Теперь смещение подвижной части штангенциркуля равно размеру тела и может быть определено по основной (целое число миллиметров) и нониусной (дробная часть миллиметра) шкалам. Зажимая тело в раздвижном зазоре штангенциркуля, старайтесь не перекосить штангенциркуль, иначе точность измерения может с 0.05 мм упасть до 1 мм. Чтобы не перекосить штангенциркуль, его части нужно сдвигать, надавливая пальцами на штангенциркуль снаружи от зажимаемого тела, а не где попало.

Штангенциркуль позволяет определять не только внешний, но и внутренний размер тела — размер дырки. Эта возможность по-разному реализована в штангенциркулях разных типов. Будем различать обычный штангенциркуль (рис. 1) и штангенглубиномер (рис. 2).

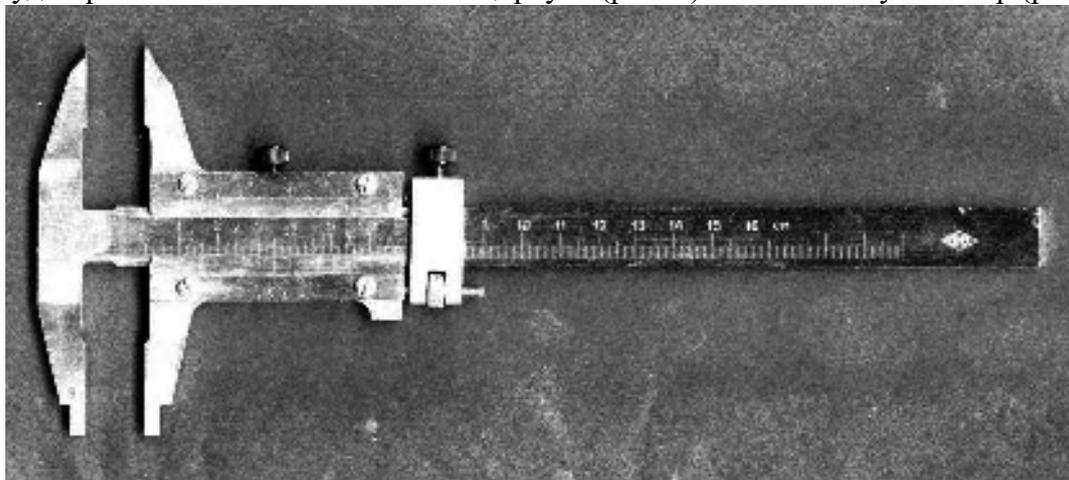


Рис. 1.

В нижней части штангенциркуля на рис. 1 расположены губки штангенциркуля. Их ширина должна быть ровно 10 мм. При изготовлении штангенциркуля, изображенного на рис. 1, губки сточили больше, чем следовало. В таком случае их стачивают до целого числа миллиметров, и это число указывают рядом с губками (на рис. 1 это число 9). Вставим губки в измеряемое отверстие и раздвинем их до упора. Если к показаниям шкал штангенциркуля добавить размер губок (9 миллиметров), то получится размер отверстия.

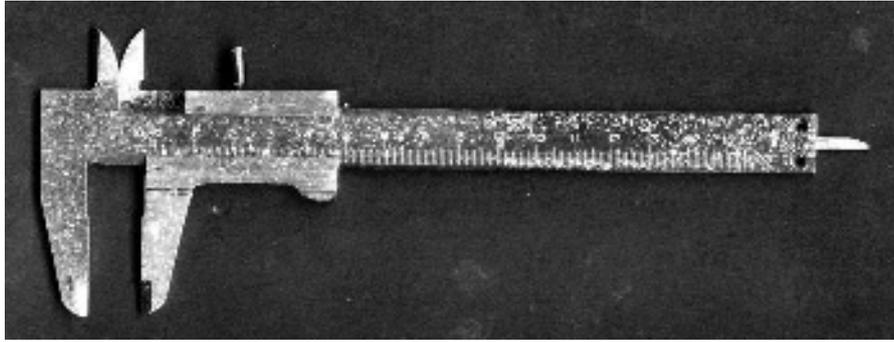


Рис. 2.

Для измерения диаметра отверстия штангенглубомером в отверстие вставляют верхние (на рис. 2) ножи штангенглубомера. В данном случае к показаниям штангенглубомера ничего добавлять не нужно. Глубину отверстия можно измерить, опуская в него хвостик (справа на рис. 2) штангенглубомера.

Измерения микрометром. Микрометр позволяет измерять только внешний размер тела, но зато с большей точностью. Погрешность микрометра 0.01 мм совпадает с ценой деления его шкалы. Вращая микровинт микрометра, Вы изменяете ширину зазора, в который нужно помещать измеряемое тело. Зажимая тело в зазоре, вращайте микровинт за головку винта, расположенную на самом краю микрометра. Эта головка не позволяет зажать тело с такой силой, при которой оно деформируется. При достижении нужного усилия зажима, головка начинает прокручиваться с характерным потрескиванием. Измерение показаний микрометра производится по двум соприкасающимся шкалам. Одна шкала микрометра (основная) находится на его неподвижной части и расположена вдоль оси микровинта микрометра, другая шкала (дополнительная) расположена вокруг микровинта. Вдоль оси микровинта прочерчена линия, с двух сторон которой расположены две части основной шкалы. Одна — обычная линейка с сантиметровыми и миллиметровыми делениями, другая — с делениями, расположенными через один миллиметр, но сдвинутыми относительно делений первой части шкалы на половину миллиметра. Обе части вместе позволяют отсчитывать перемещение микровинта микрометра с шагом пол миллиметра. Один оборот микровинта приводит к его поступательному перемещению на пол миллиметра. Вокруг микровинта расположена дополнительная шкала с пятьюдесятью делениями. Следовательно, поворот микровинта на одно деление приводит к его поступательному перемещению на 0.01 мм.

Перед измерениями проверьте установку нуля микрометра. Заверните микровинт до нулевой величины зазора и снимите показание микрометра. В качестве поправки к измеряемым значениям нужно будет вычитать показания микрометра при нулевом зазоре.

Проведите пятикратное измерение каждого линейного размера исследуемого тела.

Крылов Игорь Ратмирович

<http://igor-krylov.narod.ru/Laba.htm>

с подачи

Домелунксена Владимира Георгиевича.